

## EmotionTuner - 協調して演奏できるコミュニケーション型楽器デバイスの提案 -

土谷幹<sup>†</sup> 河瀬裕志<sup>†</sup> 柳英克<sup>††</sup>

本研究では、2人のユーザーが協調して演奏するコミュニケーション型の楽器デバイス「EmotionTuner」を提案する。EmotionTunerの両端には可動式のポールがインタフェースとしてついており、2人のユーザーで同時に操作することができる。お互いのユーザーはそれぞれのポールを前後に移動させることで、EmotionTuner上面のフィードバックエリアに表示される光のラインの長さを双方向から制御することができ、光のラインを接触させたタイミングでその都度サウンドを生成することができる。また双方向から伸びる光のラインが接触する位置によって音程が変化する。EmotionTunerは、2人のユーザーの気持ちの掛け合いによってリズムとメロディーを制御するため、ユーザーが演奏の間違いを許容できる偶発的なサウンドを生成する楽器デバイスである。

## EmotionTuner - A proposal of a Musical communication device -

Miki Tsuchiya<sup>†</sup> Yuushi Kawase<sup>†</sup> Hidekatsu Yanagi<sup>††</sup>

In this research, we propose a musical communication device “EmotionTuner”. EmotionTuner is a device that two persons can play sounds with various rhythms and pitches reflecting their breathing or emotions. There are two poles as interface at both ends of this device. Therefore, Two persons can use at the same time. They can control lengths of LED shining lines by pushing or pulling poles from opposite. When both the shining lines bump each other, they have a sound with a variable pitch, depending on the position where the bump occurs. So, the rhythms and pitches of the sounds intimately reflect the feelings and interactions of the players. EmotionTuner is a device that the users can enjoy accidental sounds in permissible level.

### 1. はじめに

音楽におけるコミュニケーションの身近な光景として、複数人で行う楽器演奏のセッションがある。セッションにおいて、パートナーと一体感のある演奏を実現するには、演奏スピードやコード進行を合わせるなど、パートナーの演奏状況を的確に把握し相互依存することが重要である。しかし、演奏状況を的確に把握するには、コード進行(和音)とメロディーの関係を理解するための音楽的な知識が必要である。また、時間軸に沿って変化する演奏状況に対しては、聴覚によってリアルタイムに対応をしなければならなかった。このように、演奏技術や演奏経験のない初心者には、演奏中に他者との一体感を実感することが困難であった。また近年、MIDIというインタフェースと電子的な音源の登場で、楽器の音色は従来からある楽器の形態に依存する必要はなくなり、初心者でも簡単に演奏できるインタフェースの新たな電子楽器が増えてきた。しかし、多くの電子楽器はインタフェースの形状に新規性があるだけで、音楽を通して他人とコミュニケーションをとることを目的としたものは少ない。

本研究では、視覚的フィードバックを用いて、初心者でもパートナーとの絆を深めることができる楽器デバイス「EmotionTuner」(図1)を提案する。EmotionTunerはユーザーの演奏状況をデバイス上面のフィードバックエリアに光のラインとして表示し、2人で協調して音を奏でるデバイスである。デバイスの両端には可動式のポールがインタフェースとしてついており、お互いのユーザーはポールを前後に移動させることで光のラインの長さを双方向から制御することができ、双方向からの光のラインを衝突させたタイミングでサウンドが生成される仕組みになっている。EmotionTunerは、聴覚だけでなく、視覚と力覚を用いるマルチモーダルインタフェースになっており、ユーザーは体感的な演奏を行うことができる。本論文では、2章でEmotionTunerと関連研究の相違点をインタラクションの観点から述べる。3章では、プロトタイプとして開発したEmotionTuner 1.0と改良版となるEmotionTuner 2.0について紹介する。4章では、EmotionTunerの今後の展開と可能性について、5章では本論文のまとめについて述べる。

<sup>†</sup> 公立はこだて未来大学大学院 システム情報科学研究科  
Graduate School of system Information Science, Future University Hakodate

<sup>††</sup> 公立はこだて未来大学  
Future University Hakodate



図 1 EmotionTuner

## 2. 関連研究

近年、新しいサウンドインタフェースの研究が盛んに行われている。この章ではインタラクションの観点から、Tooka, SignalPlay, Freqtric Drums, TENORI-ON という4つのシステムと EmotionTuner との相違点を述べる。

### 2.1 Tooka

EmotionTuner と操作方法が類似しているシステムとして Tooka [1]を挙げる。Tooka は、2人のユーザーで使用する電子楽器で、管楽器をメタファとしたチューブ形状のインタフェースになっている。デバイスの両端には、ユーザーが息を吹き込む機構と、指で音を制御したり、演奏した音を記録するためのボタンが複数備え付けられている。また2人でチューブの中央部分を歪曲させると音を歪ませることができる。しかし Tooka は、従来の管楽器に比べ演奏は簡単だが、ボタンを押したり、チューブを曲げるなど、ユーザーが Tooka 独自の操作方法を練習しなければならず、情報機器の扱いに不慣れな子供やお年寄りなどの初心者には難しいものであった。また、Tooka は2人のユーザーで曲を演奏するという高度な目的を達成するための

電子楽器だが、EmotionTuner は2人のユーザーの気持ちの掛け合いによって生成されたサウンドインタラクションを楽しむシステムである点が異なる。また EmotionTuner の操作はボールを動かすだけでよく、初心者にも直感的で分かりやすい。さらに EmotionTuner は視覚的フィードバックがあり、Tooka より多くのコミュニケーションモードをユーザーが使うため、より体感的な演奏ができる。

### 2.2 SignalPlay

SignalPlay [2] は、アフォーダンスを利用したインタラクティブな音環境である。SignalPlay は、人々の生活に馴染みのあるコンパス、チェス、パズル、ブロックというオブジェクトに、光、磁場、加速度など、環境を検出するセンサーを取り付け、そのオブジェクトの振る舞いによってサウンドを生成させるシステムである。SignalPlay はアフォーダンスを持つオブジェクトをシステムのインタフェースとして利用しているため、ユーザーの経験に基づくオブジェクトの使い方でサウンドを制御することができる。アフォーダンスを持つインタフェースによって引き起こされるインタラクションを Embodied Interaction (身体的なインタラクション) と呼び、本研究で提案する EmotionTuner もこの要素を取り入れている。

### 2.3 Freqtric Drums

Freqtric Drums [3]は、ユーザーが他人の肌に触れることでドラムやパーカッションなどの打楽器音を鳴らす電子楽器で、人体内通信という技術を用いたシステムである。Freqtric Drums は、システムを使用する全てのユーザーに電極となる指輪を装着させることで、微弱の電気を人体に流しており、それにより他人との肌の触れ合いを検知している。ドラマー役になるユーザーが赤い指輪をはめ、ドラムセットの役になるユーザーが黒い指輪をはめる。サウンドは MIDI 信号として MIDI 音源に送信され、音源からドラム音が出力される仕組みである。Freqtric Drums は EmotionTuner と同様に音楽を通して他人と触れ合うことを目的として開発されたシステムである。しかし、Freqtric Drums は、ユーザーの身体をインタフェースとしているため、パートナーと協調してリズムを制御することはできるが、それぞれのユーザーは割り当てられた1つの打楽器音しか鳴らす事ができないため、メロディーを制御することは難しい。

### 2.4 TENORI-ON

TENORI-ON [4]は、ループミュージックを作る為の電子楽器である。TENORI-ON は 16×16 のグリッド状に配置された 256 個の LED ボタンを入出力一体型のインタフェースとしている。ユーザーが押した LED ボタンは発光し、その複数の LED ボタンの点灯パターンによって、ユーザーは視覚的に音楽をプログラムすることができる。また、インタフェース上にはループインジケータの役割をする光が、一定のリズム

を刻みながら左から右に移動する。インジケータの役割をする光とユーザーが発光させた LED ボタンの光とが衝突するタイミングで、その LED ボタンに割り当てられたサウンドを生成させることができる。そのため、ユーザーが予め設定したリズムとメロディを自動的にループで再生する仕組みになっている。一方、EmotionTuner は、2人のユーザーの気持ちの掛け合いによってメロディーやリズムを制御する点が異なっている。TENORI-ON のように視覚的に音楽をプログラムする技術が生み出されたことで、初心者でも簡単に操作できるようになっただけでなく、視覚的にも楽しめる作品を作ることができるようになった。本研究では、このような聴覚を利用するシステムのインタラクションとしては、視覚的なフィードバックが重要だと考えており、EmotionTuner でもこの視覚的フィードバックを取り入れている。

### 3. 提案するシステム

本研究では、2人のユーザーが協調して演奏するコミュニケーション型の楽器デバイス「EmotionTuner」を提案する。EmotionTuner は、ユーザーが演奏の過程で起こす気持ちの変化を光のフィードバックによって視覚化する技術を用いており、2人のユーザーの気持ちの掛け合いによってリズムとメロディーを制御することができるため、ユーザーが演奏の間違いを許容できる偶発的なサウンドを生成できる楽器デバイスである。2人のユーザーは、デバイスの両端から出ているポールを前後に移動させることで、デバイス上部のフィードバックエリアに表示される光のラインの長さを双方向から制御し、その光のラインを衝突させる度にサウンドを鳴らすことができる。また、光のラインを衝突させる位置によって音程が変化する。この章では、プロトタイプとなる「EmotionTuner 1.0」(図2)とそれを改良した「EmotionTuner 2.0」(図5)のシステム構成とインタラクションについて述べる。また EmotionTuner 2.0 は、今後の機能拡張も視野にいたれた設計になっており、現段階で未実装の機能についても述べる。

#### 3.1 EmotionTuner 1.0

##### 3.1.1 システム構成

図3に示すように、EmotionTuner 1.0 は、距離センサー2個、フルカラーLED13個、PICマイコン、スピーカー、XBee無線モジュール、Bluetooth受信機から構成されている。筐体は縦900mm、横160mm、高さ120mmの箱形の木材でできており、デバイス上部には3mm乳白色のアクリル板が蓋として取り付けられている。また、インタフェースには長さ400mm、太さφ25mmのステンレスポールが使われており、デバイスの内壁から300mmまでスライドできる仕組みになっている。このステンレスポールの先からのデバイスの内壁までの距離を距離センサーで検出し、その検出値に

応じて13個のLEDを個別に点灯させている。反対側のインタフェースの構造も同様である。片方のインタフェースではフルカラーLEDの赤色の光を制御し、もう片方のインタフェースでは青色の光を制御することができる。またデバイスはXBee無線モジュールにより距離センサーでの検出値をPCにも送信している。PC内ではその検出値に応じて音源を生成し、電波により、それをデバイスに内蔵されているBluetooth受信機へ送信し、内蔵されたスピーカーから出力させている。

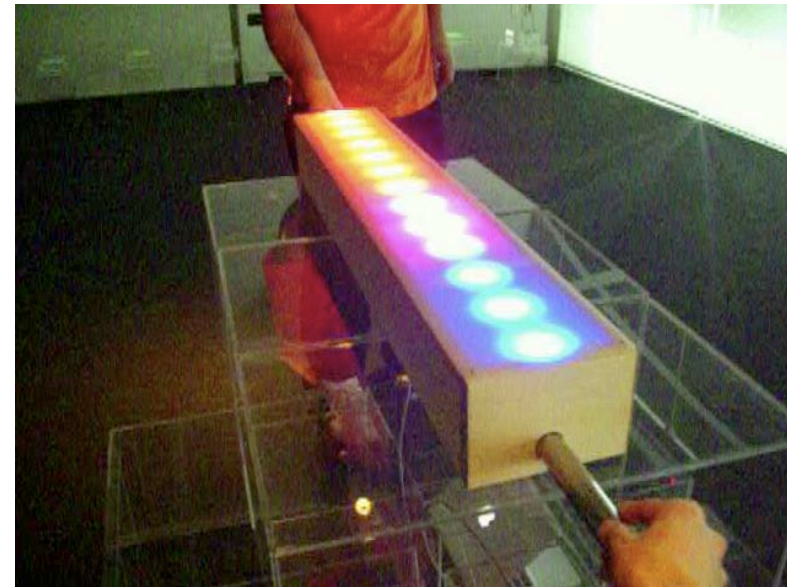


図2 EmotionTuner 1.0

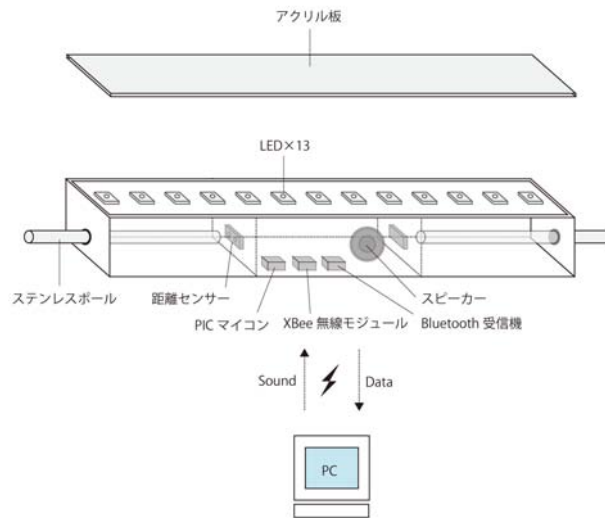


図 3 EmotionTuner 1.0 のシステム構成

### 3.1.2 インタラクション

図 4 は EmotionTuner 1.0 のインタラクションを示したものである。2人のユーザーはデバイスの両端についているボールを前後に移動させると、その行為に同期してフィードバックエリアに表示される光のラインの長さを双方向から制御することができる。これによりユーザーは視覚的に自分の演奏状況を把握することができる。また、この視覚的なフィードバックによって、ユーザーの感情をメッセージとしてパートナーに伝えることができる。ユーザーはパートナーの光のラインから逃げるように自分の光のラインを動かすと「拒否」を意味するメッセージ、パートナーの光を追従するように自分の光のラインを動かすと「同調」を意味するメッセージを表現することができる。現在、光のラインは赤色と青色の2種類があり、1人のユーザーが赤色を、もう1人のユーザーが青色を制御することができる。またサウンドはLEDの数と同じ13段階の音程のサウンドを出力することができる。現在出力できるサウンドは、ドレミファソラシド（半音も含むと13段階の音程）である。このように EmotionTuner は、2人のユーザーの感情を表現している光のラインを衝突させることで生成したサウンドインタラクションを楽しむシステムであるため、ユーザーは演奏の間違いを許容できる。これまで演奏の間違いを許容できる電子楽器は例が少なかった。

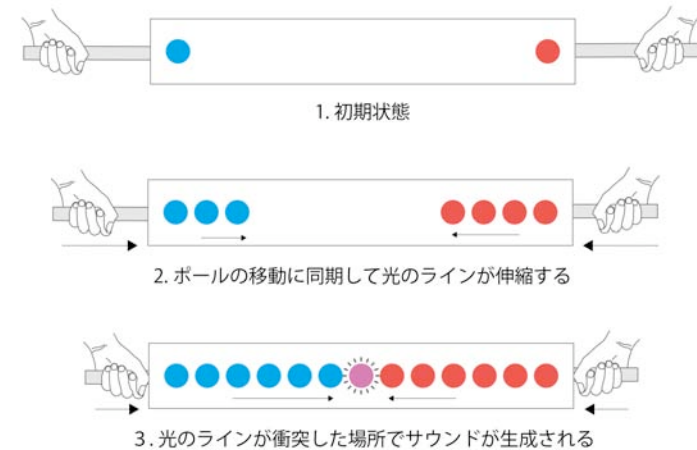


図 4 EmotionTuner 1.0 のインタラクション

### 3.1.3 アフォーダンスを用いたインタフェース

EmotionTuner の両端には、ボール型のインタフェースがついている。このインタフェースの形状は、ユーザーに「握る」「挿入する」「回す」という行為をアフォーダする。知覚環境が人（動物）に与える意味のことをアフォーダンス [5] と言う。アフォーダンスを持つオブジェクトは、ユーザーの持つ経験を想起させ、学習することなく使い方を理解させることができる。EmotionTuner は、初心者が扱えるものでなければならぬため、インタフェースにアフォーダンスを持たせた。また、前後に移動するボール型のインタフェースは、一次元のパラメーターを制御するのに適している。特に、パートナーの光のラインから逃げようとする逃避性、パートナーの光のラインを受け入れようとする必要性、光のラインをパートナーの領域に入れようとする攻撃性、これらを一次元の情報とすれば、EmotionTuner のボールはそれを表現するインタフェースとして適している。

### 3.2 インタビュー調査

2010年7月8日から7月9日の2日間、公立はこだて未来大学3Fミュージアムにて EmotionTuner 1.0 の展示を行った。その中で体験者20名へ質問用紙に回答してもらい、インタビュー調査を行った。操作性に関する質問では、とても使い易いと答えた人は75%、やや使い易いと答えた人は20%、どちらでもないと答えた人は5%だった。また、パートナーとの一体感を感じたかという質問では、とても感じた

と答えた人は 25 %，やや感じたと答えた人は 65 %，どちらでもないと答えた人は 5 %，あまり感じないと答えた人は 5 %だった。この結果から EmotionTuner 1.0 の使い易さやインタラクションが演奏におけるコミュニケーションにおいて効果があることがわかった。また体験後のコメントでは「光がきれい」，「音色が心地良い」など視覚的や聴覚的にも癒しの効果が明らかになった。しかし，「音楽らしい曲を演奏したい」や「パートナーの光と接触した感触が欲しい」，「光の動きが稀にぎこちなくなる」など，インタラクションにまだ課題があることが分かった。

### 3.3 EmotionTuner 2.0

インタビュー調査の中で明らかになった EmotionTuner 1.0 の問題点や体験者の意見をもとに，新しい機能とそのインタラクションを考案し，改良版となるEmotionTuner 2.0 (図5) を設計，開発した。インタビュー調査の結果から，EmotionTuner 1.0 では，パートナーの光のラインと接触した時のインタラクションがサウンドのみで不十分であることやボールの移動と光のラインの動きが同期しないというエラーが起きることが分かった。パートナーの光のラインと接触した際のインタラクション性を高めるため，EmotionTuner 2.0では，振動モーターをボールの先に搭載し，触覚情報をフィードバックさせる設計になっている。また，EmotionTuner 1.0 でボールの移動と光のラインの動きが同期しなかったのは，距離センサーがデバイス内部のボール以外の物体を誤検出する場合は稀に生じていた為であった。この問題を解決するために，EmotionTuner 2.0 では，タッチセンサーを用いて滑らかな光のラインの制御を実現する。また，EmotionTuner 1.0 は，1つのデバイスを2人で操作するものだったが，EmotionTuner 2.0 は離れていてもパートナーとのコミュニケーションを実現できるように，インタフェースを別々に切り離し，1つのデバイスで1人のユーザーが使用する設計になった。

#### 3.3.1 システム構成

EmotionTuner 2.0 では，離れたユーザー同士の演奏を実現する楽器デバイスである。これは，図6 に示しているように無線で通信された2つのデバイスから構成されている。EmotionTuner 2.0 の各々のデバイスでは，EmotionTuner 1.0にあった2つのインタフェースが1つになり，1人のユーザーが1つのデバイスを扱うようになった。デバイスの筐体は縦 800mm，横 160mm，高さ 120mm の箱形のステンレスでできており，上部には厚さ3mm 乳白色の亚克力板が蓋として取り付けられている。デバイス内部にはフルカラーLED が10 個搭載されている。インタフェースには，長さ 500mm，太さ  $\phi 25$ mmのステンレスボールが使われている。ボールはデバイス内部にあるスライダと接続されており，300mmの前後移動が可能である。また，ギアが内部に搭載されており，ボールの移動にはギアの抵抗感がフィードバックされるようになってい

る。これによりインタラクティブな操作感を実現した。ギアの軸にはモーターを取り付け，ボールの移動と反対方向に回転させることで更なる抵抗感をフィードバックをさせる予定である。また，ボールの中心にはロータリーエンコーダーが仲介しており，ボールを横に捻るように回転させることで音色とLEDの色を変化させることができる設計になっている。また，ボールの先には振動モーターを搭載しており，2人のユーザーの光のラインが衝突した触覚のフィードバックとして振動する仕組みになっている。ボールの移動の検出には，ボールに沿って直線状に配置されたタッチセンサーにより行っている。タッチセンサーは，タッチセンサーに接触している物体の位置が変わる事で電流の抵抗値を変えることができるものである。EmotionTuner 2.0 ではタッチセンサーで検出した抵抗値の変化量を 20 段階に区切り，それぞれ段階でボールの位置を検出した時にその段階に対応したLED を点灯させる仕組みになっている。前半の 10 段階はそのデバイスのLED を点灯させ，後半の10 段階はパートナーのデバイスのLED を点灯させる。また，XBee 無線モジュールにより，タッチセンサーの検出値をPC に送信している。そして，その検出値をもとPC 内でサウンドを生成する。生成したサウンドは電波でデバイス内部のBluetooth 受信機に送信し，内蔵のスピーカーで再生される。このように，EmotionTuner 2.0 では，視覚的なインタラクションとサウンドによるインタラクションに加え，力覚や触覚によるインタラクションがあり，ユーザーはより多くのコミュニケーションモードを利用できるようになった。

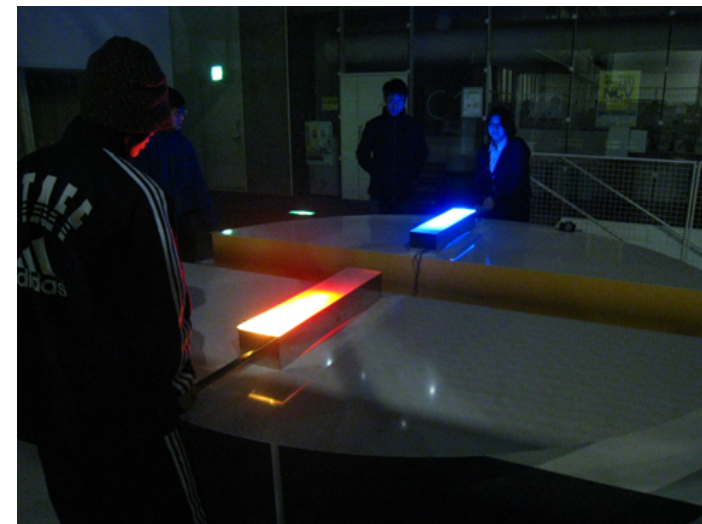


図 5 EmotionTuner 2.0

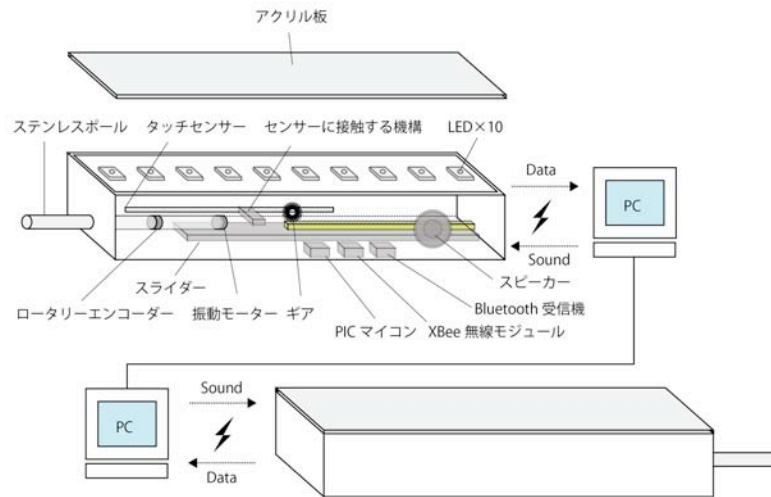


図 6 EmotionTuner 2.0 のシステム構成

### 3.3.2 インタラクション

図7 に示すように、EmotionTuner 2.0 では、2つのデバイスの無線通信により、ユーザーが制御した光のラインが自分のデバイスのフィードバックエリアを超え、パートナーのデバイスのフィードバックエリアに表示されるインタラクションが起きる。また、EmotionTuner 2.0 では、ユーザーが生成したサウンドとその次に生成するサウンドとの音楽的な自然な繋がりを実現する為にスケールという概念を取り入れた。これにより、ユーザーはランダムにサウンドを出しても、全体として音楽らしいサウンドに調和される仕組みになった。EmotionTuner 2.0 では 20 段階の音程のサウンドを出力できる。また図 8 に示すように、スチール製、20 歯のギアと真鍮の 94 歯の直線歯車ラックとスライダーを用いて、操作の抵抗感をフィードバックする機構部分を実装した。従来の伝統的な楽器の演奏では、身体に対する様々な楽器の抵抗感が存在する。例えばギターのような弦楽器の演奏においては、弦を弾いたときの抵抗感が触覚情報として指にフィードバックされる。またドラムなどの打楽器では、スティック叩いた時に生じるヘッドの反動が腕にフィードバックされる。その中でも特に管楽器のように呼吸を用いて演奏する楽器では、息を吹き込む際に生じる楽器との抵抗感が身体内部にフィードバックされ、演奏している実感を身体全体で感じることができる。

このように楽器演奏を楽しむ上で重要な「抵抗感」を EmotionTuner 2.0 でも取り入れた。

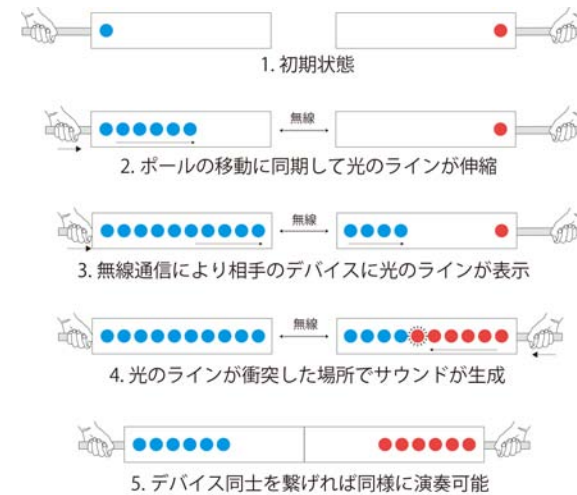


図 7 EmotionTuner 2.0 のインタラクション

### 3.3.3 今後の拡張機能について

現在、実装はされていないが、今後実装する予定の拡張機能として以下のものがある。

#### (1) 振動モーターによる触覚フィードバック

ユーザーの光のラインとパートナーの光のラインと衝突したときのインタラクション性を高めるために、ボールの先に振動モーターを取り付け、振動による触覚フィードバックを実現する機能を実装することを考えている。

#### (2) 回転モーターによる更なる抵抗感のフィードバック

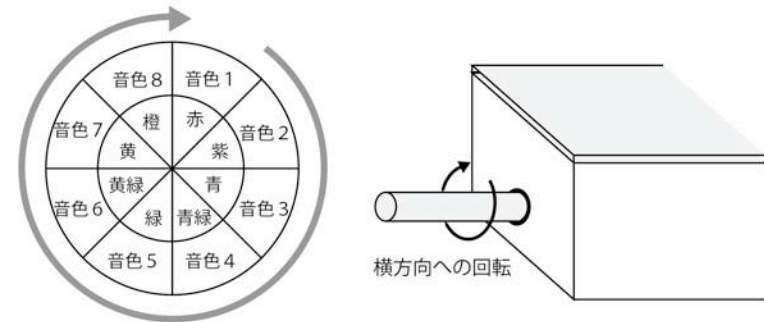
ギアの軸の先にモーターがつけ、ユーザーがボールを移動させると、その移動方向とは逆にモーターが回転する仕組みにし、ユーザーにさらに強い抵抗感をインタラクションとして与える機能を考えている。



図 8 抵抗感をフィードバックする機構部分

### (3) 音色のモードチェンジ

図 9 に示しているように、EmotionTunerのポールには、ロータリーエンコーダーが内蔵されており、ポールを横方向に回転させると音色をモードチェンジすることができる。また、音色のモードチェンジと同期してLEDの色も変化させ、ユーザーの現在のモード状況を知らせるためのフィードバックを実装する。音色は 8 種類に変更可能である。現在、音色と光の色との関係性はまだ十分に検討されていないが、光の色が明るければ明るい音色に変更されたり、暗い色であれば落ち着いた雰囲気の色に変更されるなど、色や音色にユーザーの感情が反映されるようなインタラクションを実現したい。



回転により変化する光の色と音色の対応

図 9 ポールの回転により変化する光の色と音色

## 4. 今後の展開

現在、EmotionTuner は、2人のユーザーで使用する楽器デバイスである。今後は3人以上のユーザーでコミュニケーションをする場合のインタラクションや機能について設計していく。しかし、その場合には、現在のような双方向型のデバイスでは、3人以上のユーザーのフィードバックを表示するのが困難である。これを解決するには、デバイスの形状を変更する必要があると考えている。そのひとつとして現在1つのフィードバックエリアで複数人の感情の変化を一度に視覚的に知ることができる円盤状のデバイスを設計中である。

## 5. まとめ

本論文では、2人のユーザーが協調して演奏するコミュニケーション型の楽器デバイス「EmotionTuner」について述べた。EmotionTuner は2人のユーザーが演奏の過程で起こす気持ちの変化を光のフィードバックによって視覚化し、2人のユーザーの気持ちの掛け合いによってリズムとメロディーを制御し、偶発的なサウンドインタラクションを楽しむものである。これによりユーザーは演奏の間違いを許容することができる。EmotionTuner のように間違いを許容できる電子楽器はこれまで例が少なかった。本研究ではプロトタイプとなる EmotionTuner 1.0 を開発し、インタビュー評価を行っ

た。操作性については良い結果が得られたが、パートナーの光のラインと衝突した時のインタラククションが音だけでは不十分という問題点が明らかになった。また、EmotionTuner は視覚的、聴覚的に癒しの効果があることも示された。この結果をもとに EmotionTuner 2.0 の開発を行った。EmotionTuner 2.0 は、無線通信により離れたユーザー同士での演奏を可能にしたデバイスである。よりインタラクティブな操作感を実現するために、抵抗感のフィードバックを実装した。今後もよりインタラクティブ性を高める為の新たな機能拡張やその検証を行っていく。また EmotionTuner 2.0 の非対面でのコミュニケーションにおける有効性を検証していく。

EmotionTuner は、未来の新しいコミュニケーションメディアとしての発展が期待できる。その理由は、EmotionTuner は昨今登場している電子楽器のように、インタフェースの形状やその演奏方法に新規性があるだけでなく、演奏を通して他人とコミュニケーションすることが可能であるからである。EmotionTuner の身体的なインタフェースは、子供や高齢者など、これまで情報機器の扱いに不慣れだった人たちにも受け入れられる可能性を秘めている。そのため、子供同士が演奏を通してコミュニケーションを深める玩具としての発展や遠隔地に住む祖父母と孫の為のコミュニケーションメディアとしての発展が考えられる。また、EmotionTuner は、視覚的、聴覚的にも癒しの効果があるため、病院のリハビリテーションで使用することも考えている。また近年、医療の世界では音楽療法 [9] が取り入れられつつある。特に、身体感覚の回復や精神的な癒しが必要な自閉症患者や高齢者の間では、楽器演奏によるリハビリテーションが行われるようになった。言語によるコミュニケーションが困難な幼児の多くは、自ら打楽器を叩くことが頻繁にある。音楽に対して能動的な関わり方をする割合が多く占めることから、人間には生まれつき音楽を奏で、感情を表現したいという欲求が備わっていることがわかっている。しかし、当然従来の楽器は演奏技術がなければ扱えず、患者にはストレスの感じるものであった。今後は、患者とセラピストの間で EmotionTuner を使用させたい。EmotionTuner により、患者とセラピストが演奏を通してコミュニケーションできるだけでなく、患者は簡単な操作で様々な音色を表現できるほか、視覚的にも感情を表現することができる。さらに将来的には、EmotionTuner が家庭の壁や街の地面、公共施設など世界各地に点在し、不特定多数の人とのコミュニケーションを可能にするメディアとして応用を考えている。これにより、人と人だけでなく、家庭と家庭、もしくは街と街をつなぐコミュニケーションメディアとして発展させていく。光と音によるインタラククションは、屋内のインテリアや街のイルミネーションとしての効果もある。このEmotionTuner が利用される様々な生活シーンをこれから検証していく。

**謝辞** 本論文を作成するにあたり、参考とさせて頂いた文献著者の方々、また EmotionTuner の開発に関してアドバイスを頂いた柳研究室の皆様に謹んで感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) Sidney Fels, Linda Kaastra, Sachiyo Takahashi, Graeme McCaig: Evolving Tooka - from Experiment to Instrument, NIME04-1, (2004).
- 2) Eric Kabisch, Amanda Williams, Paul Dourish: Symbolic Objects in a Networked Gestural Sound Interface, CHI2005, (2005).
- 3) 馬場哲晃, 牛尼剛聡, 富松潔: Freqtric Drums 他人と触れ合う電子楽器, 情報処理学会論 Vol48 No3, pp.1240-1250, (2007).
- 4) YAMAHA-TENORI-ON, <http://www.yamaha.co.jp/tenori-on/index.html>.
- 5) 後藤武, 佐々木正人, 深澤直人: “デザインのエコロジー”, 東京書籍, (2004).
- 6) 木塚あゆみ, 柳英克, 美馬義亮: ホタル通信呼吸情報を用いたコミュニケーションツール, Wiss 2007, (2007).
- 7) 鈴木健嗣, 橋本周司: FeelLight 非言語情報通信のための双方向入出力デバイス, 情報処理学会, (2004).
- 8) Ivan Poupyrev, Haruo Oba, Takuo, Ikeda, Eriko Iwabuchi: Designing Embodied Interfaces for Casual Sound Recording Devices, pp.2129-2314, CHI2008, (2008).
- 9) 市江雅芳: “音楽でウェルネスを手に入れる-リハビリ専門医の体験的音楽健康法”, 音楽之友社, (2007).
- 10) Cati Vaucelle, Leonardo Bonanni, Hiroshi Ishii: Design of Haptic Interfaces for Therapy, CHI2009, (2009).
- 11) Steven Strogatz: “Sync -The Emergency Science of spontaneous”, Hyperion Books, (2003).